

Beschreibung

Vorrichtung zur Ankopplung eines auf einer Rohrwand anzu- bringenden Ultraschall-Clamp-on-Messkopfes

Technisches Umfeld

- [001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur akustischen Kopplung von Ultraschall-Clamp-on-Durchflußmessköpfen an Rohrleitungen hoher Temperatur (über 150°C).
- [002] Die Bestimmung des Durchflusses flüssiger und gasförmiger Medien ist in Industrie und Messtechnik von weitreichender Bedeutung. Ultraschall-Clamp-on-Systeme, wie z.B. in DE 41 14 233 C2 beschrieben, arbeiten vollständig eingriffsfrei. Bei diesen werden die beiden Ultraschallmessköpfe von außen auf die Rohrwand geschnallt und haben dadurch keinen direkten Kontakt zum Messmedium und beeinflussen die Strömung nicht. Der Winkel zwischen Schallausbreitungsrichtung und Strömungsrichtung des Messmediums wird durch das Brechungsgesetz und den Einstrahlwinkel sowie die Schallgeschwindigkeit des Messkopfes bestimmt. Die Übergänge zwischen den verschiedenen Materialien des Messkopfes, der Rohrwand und des Messmediums verlaufen parallel zueinander. Das Verhältnis von Schallgeschwindigkeit und Sinus des Einstrahlwinkels **[die codierte mathematische Formel ist]** ist entsprechend dem Brechungsgesetz in allen beteiligten Medien **[die codierte mathematische Formel ist]** gleich groß. Die gemessene Strömungsgeschwindigkeit ist daher dem Quotienten **[die codierte mathematische Formel ist]** proportional. Er wird durch Material und Geometrie der Messköpfe festgelegt und als Sensorkonstante **[die codierte mathematische Formel ist]** bezeichnet.
- [003] Die Messköpfe sind bei den genannten Ultraschall-Clamp-on-Durchflußmesssystemen direkt an die Rohrwand gekoppelt. Der Messkopf nimmt durch die direkte Wärmeübertragung zwischen Rohrwand und Messkopf die Medien- bzw. Rohrtemperatur an. In DE 41 24 692 A1 wird ein spezieller Messkopf zur Anwendung an heißen Objekten beschrieben, der durch die Verwendung temperaturbeständiger Materialien gekennzeichnet ist.
- [004] Weist das Messmedium und die Rohrwand sehr hohe Temperaturen z.B. über 200°C auf, wird auch der Messkopf entsprechend erwärmt. Die damit verbundene starke thermische Beanspruchung führt zu vorzeitiger Alterung und zur Funktionsunfähigkeit der Messköpfe, z.B. durch Depolarisation der üblicherweise als Schallwandler verwendeten Piezokeramiken. Auch die genannten Messköpfe für heiße Objekte sind dieser Beanspruchung nicht dauerhaft gewachsen.
- [005] Der in US6047602 vorgeschlagene Hochtemperaturmesskopf verwendet eine spezielle Wellenleiterkonstruktion zur Übertragung der Ultraschallenergie in das

Messrohr. Dabei werden im Wellenleiter und der Rohrwand Scherwellen angeregt.

Offenbarung der Erfindung

Technisches Problem

- [006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine akustische Kopplung zu schaffen, die
- eine gute akustische Kopplung zwischen einem üblichen Clamp-on-Messkopf und der Rohrwand gestattet,
 - eine deutliche Temperaturdifferenz zwischen Messkopf und Rohrwand gestattet, damit die maximal zulässige Messkopftemperatur nicht überschritten wird,
 - einen minimalen zusätzlichen Messfehler der Strömungsgeschwindigkeit hervorruft.

Technische Lösung

- [007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung nach Patentanspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung von Zeichnungen

- [008] Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:
- [009] Fig. 1: Darstellung der Koppelplatte zwischen Messrohr und Clamp-on-Messkopf
- [010] Fig. 2: Darstellung des Temperaturverlaufs in der Koppelplatte.
- [011] Entsprechend Fig.1 wird zwischen Rohrwand 3 und Messkopf 1 eine speziell gestaltete Koppelplatte 2 eingefügt. Die Koppelplatte besteht aus einem akustisch gering dämpfenden Material, das eine geringe Wärmeleitung aufweist, vorzugsweise Edelstahl. Die Dicke ist sehr viel kleiner als die übrigen Abmessungen der Platte, vorzugsweise zwischen 2 und 7 mm. Die für die Wärmeübertragung zwischen Rohrwand 3 und Koppelplatte 2 sowie zwischen Koppelplatte 2 und Messkopf 1 wirksamen kleinen Flächen 4 und 5 lassen nur einen geringen Wärmestrom zu. Die aus dem Rohr abgeführte Wärmeenergie bleibt daher gering. Die großen Seitenflächen der Koppelplatte führen den Großteil der in die Platte eingespeisten Wärme ab. An der Messkopfkopffläche 5 stellt sich daher eine deutlich niedrigere Temperatur als an der Rohrkopffläche 4, die die Temperatur der Rohrwand annimmt, ein. Die Höhe der Koppelplatte bestimmt die Temperaturdifferenz zwischen Rohr- und Messkopfkopffläche.
- [012] Der Temperaturunterschied zwischen den Koppelflächen führt zu einem Temperaturprofil innerhalb der Koppelplatte. Aufgrund der geringen Dicke ist die Temperatur in allen Plattentiefen näherungsweise gleich groß. Die Temperaturänderung innerhalb der Koppelplatte ist mit einer Schallgeschwindigkeitsänderung verknüpft. Der in der

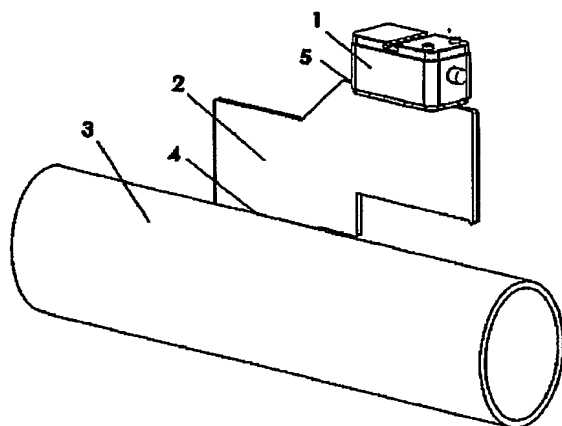
Koppelplatte verlaufende Schallweg 6 ist daher gekrümmt. Der für die Durchflussmessung wirksame Quotient **[die codierte mathematische Formel ist]** entspricht dadurch im allgemeinen nicht der Sensorkonstanten **[die codierte mathematische Formel ist]**.

- [013] Für die spezielle Form der in Fig. 2 dargestellten Koppelplatte zeigt sich eine minimale Abweichung des wirksamen Quotienten **[die codierte mathematische Formel ist]** von der Sensorkonstanten. Sie besteht aus einem im wesentlichen rechteckförmigen Bereich zur Ankopplung an das Rohr, der durch eine im wesentlichen trapezförmige Fortsetzung zur Messkopfankopplung ergänzt wird. Zur Begrenzung des Wärmeeintrages vom Rohr in die Koppelplatte steht nur der für die akustische Kopplung verwendete Bereich der Koppelplatte in direktem Kontakt zur Rohrwand. Der übrige Teil des rechteckigen Bereiches zur Ankopplung bestimmt den Temperaturverlauf in der Koppelplatte und wird durch eine Stufe von der Rohrwand abgesetzt. Eine Analyse des Temperaturverlaufs zeigt parallel zueinander und zur Rohrwand verlaufende Isothermen 7 im rechteckförmigen Bereich der Koppelplatte. In diesem Bereich ist das Verhältnis **[die codierte mathematische Formel ist]** konstant. Im oberen schräg verlaufenden Teil der Koppelplatte verläuft der Schallstrahl senkrecht zu den Isothermen. Der Schallstrahl wird daher nicht verbogen. Insgesamt wird der für die Strömungsmessung maßgebliche Quotient **[die codierte mathematische Formel ist]** entlang des gesamten Schallstrahlverlaufs in der Koppelplatte nur geringfügig beeinflusst. Die zu realisierende Temperaturdifferenz zwischen Rohrwand und Sensor-kopplfläche bestimmt die Höhe der Koppelplatte und die Länge der trapezförmigen Fortsetzung. Ist die zu erzielende Temperaturdifferenz gering (70°C) kann die trapezförmige Fortsetzung entfallen.

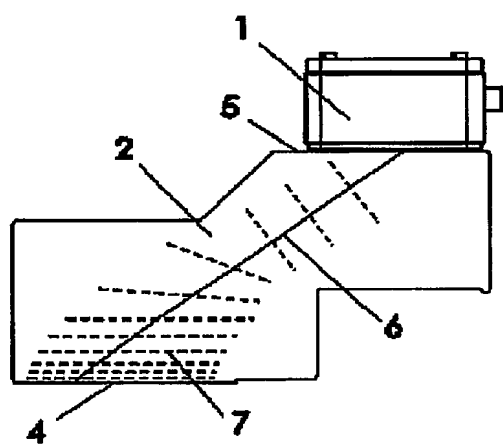
Ansprüche

- [001] Vorrichtung zur Ankopplung eines auf einer Rohrwand anzubringenden Ultraschall-Clamp-on-Messkopfes dadurch gekennzeichnet, dass eine zwischen Rohrwand (3) und Messkopf (1) angeordnete Koppelplatte (2) eine solche Formgebung aufweist, dass die Isothermen (7) des sich einstellenden Temperaturprofils im Rohrwandbereich parallel zur Rohrwand (3) und im Messkopfbereich senkrecht zum Schallweg verlaufen und der Übergangsbereich nur eine geringe Ausdehnung besitzt.
- [002] Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelplatte (2) eine im wesentlichen rechteckförmige Ausbildung hat und die der Rohrwand (3) zugewandete Seite zur Begrenzung des Wärmeeintrages in die Koppelplatte (2) eine Stufe aufweist, die aus einem der akustischen Kopplung dienenden, direkten Kontakt zur Rohrwand (3) besitzenden Bereich (4) und einem abgesetzten, nicht in direktem Kontakt mit der Rohrwand stehenden Bereich besteht.
- [003] Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der rechteckige Bereich der Koppelplatte (2) sich in einen im wesentlichen trapezförmigen Bereich in Richtung der Schallabstrahlung zur Ankopplung an den Messkopf (1) fortsetzt.
- [004] Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelplatte (2) eine solche Dicke aufweist, dass die Temperatur in allen Plattentiefen näherungsweise gleich groß ist.
- [005] Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Koppelplatte (2) wesentlich geringer als ihre Breite und Höhe ist.

[Fig. 001]



[Fig. 002]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2004/ 0524S2

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01F1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by Classification Symbols)

G01F G01P G10K G01N E06B

Documents searched on file in the minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data bases consulted during the international search (name of data bases and, where practical, electronic term used)

EPO-Internal WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | US 6 047 602 A (LYNNWORTH ET AL) 11 April 2000 (2000-04-11) cited in the application column 9, line 1 - line 45 figure 1 | 1-5 |
| A | US 6 349 599 B1 (LYNNWORTH LAWRENCE C ET AL) 26 February 2002 (2002-02-26) column 1, line 32 - line 60 figure 2 | 1-5 |

D Further documents are listed in the continuation of box C-

☒ Pasom (family member already listed in annex).

Special categories of cited documents:

- "A" document disclosing the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" Earlier document not published on or after the international filing date
- "L" Documents in which there is a doubt as to priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, or written or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application (indicated by underlining the priority or the international filing date)
- "X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or non-obvious in view of the document
- "Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or non-obvious in view of the document
- "U" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 May 2005

Date of mailing of the international search report

11.05.05

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 5815
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2000, Tx. 31 557 0000
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized Officer

Reto, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052482

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family members) | Publication date | |
|---|---------------------|---------------------------|---------------------|------------|
| US 6047602 | A | 11-04-2000 | DE 6973230 D1 | 24-02-2003 |
| | | | EP 9935798 A1 | 18-08-1999 |
| | | | JP 20051527639 T | 25-12-2001 |
| | | | WO 9819296 A1 | 07-05-1998 |
| US 6349599 | B1 | 26-02-2002 | NONE | |

Form PCT/ISA/210 (priori family annex) (January 2001)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP2004/O52482

A. KLASSE (NACH DER ANMELDUNGSGEGENSTANDES)
IPK 7 G01F1/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation (MinderPK)

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Rückführer (Mindestprüfstoff) (Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01F G01P G10K G01N G02B

Recherchiert ist eher nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPQ- Interna! , WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLASSEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit der Erfinder Intellektuelle Angaben in der Beschreibung enthalten | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | US 6 047 602 A (LYNNWORTH ET AL) 11. April 2000 (2000-04-11) in der Anmeldung erwähnt Spalte 9, Zeile 1 - Zeile 45 Abbildung 1 | 1-5 |
| A | US 6 349 599 B1 (LYNNWORTH LAWRENCE C ET AL) 26. Februar 2002 (2002-02-26) Spalte 1, Zeile 32 - Zeile 60 Abbildung 2 | 1-5 |

D Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Folio 2 zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentamt

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als Prioritätsdatum bezeichnet ist

"E" früher als Dokument, das jedoch nicht am oder noch dominiert internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zu unterstützen, wenn die Veröffentlichung durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Rang der Priorität genannten Veröffentlichung hergestellt wird, so soll oder könnte einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie z.B. Priorität)

"O" Veröffentlichung, die sich nur (eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen) bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T "Spätere" Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht werden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf der Priorität beruhend betrachtet werden

Y "Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf der Priorität beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für den Fachmann offensichtlich ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum der Abchließung der internationalen Recherche

3. Mai 2005

Abchließung der internationalen Recherche

11/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde
Europäisches Patentamt, P.O. Box 1, 1110 Luxembourg
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, TX. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-301 B

Bevollmächtigter Bediensteter

Reto, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen aus:

PCT/EP2004/052482

| Im Reoherohanpariehl angeführtes pgtenctJokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | D-itum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| US 60476C) 2 | A | 11-04-20 ② | DE 6973230Q D1 24-02-20 ② |
| | | | EP 0935798 A1 18-08-1999 |
| | | | JP 200X527639 T 25-12-2 001 |
| | | | WO 9819296 A1 07-05-1998 |
| US 63495^9 | B1 | 26-02-20 ② | KEINE |